

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 智慧型無線網路資源監控系統之研製

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2622-E-032-004-CC3

執行期間：94 年 05 月 01 日至 95 年 04 月 30 日

執行單位：淡江大學電機工程學系

計畫主持人：許獻聰

計畫參與人員：施雲嚴，陳陸威

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 95 年 5 月 4 日

## 中、英文摘要及關鍵詞：

### I. 中文摘要：

最近低速率短距離以及低功耗的無線網路被大量應用，其中一項應用是結合了無線傳輸與各樣式的感測器以爲人們提供特殊的服務，這類型感測網路的主要研究題目在於定位、省電機制、移動性與傳輸效能的提升。有個新興且標準化的 MAC 層通訊協定被制定用來滿足感測網路傳輸上的需要，此通訊協定名為 IEEE 802.15.4。而另個名為 ZigBee 組織的團體亦著手定義此 MAC 層與更上層網路的協定以使 IEEE 802.15.4 更加強健。

感測器 (sensor) 裝置現今被廣泛地使用於各式電器中以達自動控制之目的，例如感應式電燈會根據紅外線(溫度)改變而切換亮暗，冷氣則會追蹤熱源而進行方向性的送風。然而部份未設計成擁有感測能力或是可程式化的電器則無法滿足使用者更進階的需求。因應此類需求，吾人於本計劃提出一種整合各電器的自動及半自動控制環境，又名無線智慧型整合網路 (Smart Wireless Integrated Networks, 簡稱 S-WIN)。此環境包含了單一或多個主控制端 (coordinator) 裝置與複數個智慧節點 (node)，主控端與節點間的溝通方式乃採取無線低功率短距離之標準通訊協定 IEEE 802.15.4 (又稱作 ZigBee)。透過無線傳輸，主控端可以對節點進行程式化的工作，可程式化的項目包含了時間的設定、無線傳輸的距離、感測器之選擇以及其他更進階的選項等…。這些智慧節點基本雛型為一個介於電源插座與電器間之電源中繼開關，各個智慧節點會根據當初主控端所設定之要求來決定電源提供與否以達操作之目的，因此亦可稱為智慧型無線開關 (Smart Wireless Switch)。

在此計畫中，我們將會結合微處理器與無線收發器以研製出 S-WIN 中的主控端與智慧節點。此計畫促使我們專研無線傳輸協定而且增進我們在嵌入式系統上的發展。可預測到的是智慧型無線開關將可以為我們帶來更便利的生活。

## II. 英文摘要：

Recently, the low-rate, short-distance, and low-cost wireless networks are required in many applications. One of these applications is sensor network which combines wireless transmission and different sensors to provide special services for human beings. The main researches of sensor networks are location, power saving, mobility, and the performance of transmissions. There is a novel and standard medium access control (MAC) protocol constructed to satisfy the requirements of sensor networks named IEEE 802.15.4. Another group ZigBee Alliance also proceeds to define this kind of networks to make it robust.

Recently, the sensor devices are widely embedded in varies appliances for automatic control. For instances, a sensorial lamp switches on/off depending on the changes of infrared and an air conditioning is able to trace the heat source to cool. However, most parts of non-sensor embedded or programmable appliances cannot be smart as what we want unless replacement. Therefore, in this project, we propose an(a) automatic/half-automatic integrated control environment named “Smart Wireless Integrated Networks (S-WIN)”. This structure consists of one or multiple controllers (replaced as coordinator) and multiple smart nodes. The coordinator(s) could order and program nodes if need by wireless communication following IEEE 802.15.4 standard protocol. The entities of programming include the clock setting, the transmission distance, the sensor selection, and some advanced functions. The prototype of smart node is a power relay between the power slot and the electric appliance. The smart node controls power on/off according to the orders or programs made by coordinators. Thus, these relay nodes could be seen as smart wireless switches.

We will combine a micro-control unit (MCU) and a transceiver to implement the master devices and smart nodes of S-WIN. This project encourages us to study the wireless transmission protocol and to develop the technology of embedded systems. It is expected that the smart wireless switches will bring us much more convenient life.

**關鍵詞(keywords)：** IEEE 802.15.4、感測網路(sensor networks)、無線智慧型整合網路 (S-WIN)

## 報告內容：

### I. 前言：

隨著無線網路技術蓬勃發展，其應用也日趨廣泛，從高頻寬需求的無線影像傳輸至低頻寬需求的無線感測網路 (sensor network)，這中間所能涵蓋的應用幾乎可包含所有數位訊號的傳輸。其兩極化之頻寬需求的應用便成為各家致力研究的方向。

今天我們選擇低傳輸速率卻也具備低功率消耗特性的網路作為我們開發應用的方向，這類型的網路行為是以降低功率消耗為目標而提供可靠且即時性的傳輸。通常這類型的應用都會偏重在搭配感測器 (sensor) 進而尋求一種週期性監測行為，例如工廠生產線的監控、自然環境或生物活動範圍的追蹤、保全與防盜警報的觸發以及數位家電的控管等...。然而有些是被我們需要卻尚未有其產品之應用，比如說透過無線感測器節點 (wireless sensor node) 所提供之簡易定位系統、人體健康狀態與個人隨身物品之監控等...。透過感測器節點所支援的簡易定位系統其簡易的部分只在於節點設備本身，但其背後卻有著極為複雜的演算法與通訊協定，因此短期內並無法獲得可觀的成果。至於人體健康狀態的追蹤監控，必須有醫界開出研究認可證明，而且針對人體實驗也是必須通過層層關卡認可才能執行，這方面的實驗與研究被限制在醫工領域才能接觸。因此本計劃的應用目標是整合各項週邊電器以達共同管理的功能。

所謂的共同管理指的是一個或一個以上的主控端管理著複數個無線節點，這些節點都被賦予操縱電器電源開關的能力。換句話說，主控端可以透過對節點下達命令甚至程式化節點的工作內容而控制各項電器的運作時間。無線節點上面可以搭載感測元件進而提供事件觸發型運作之能力，因此主控端可對無線節點控制中的電器下達三種不同的模式：單純的開或關、根據程式化之後的時間流程而決定開關以及感測元件或是無線訊號的事件觸發而改變開關狀態。

### II. 研究目的：

考量智慧型無線開關 (Smart Wireless Switch) 其應用的特性以及能依循一個統一的運作規格，因此我們將採取 2004 年才剛制定完成的通訊協定 IEEE 802.15.4 作為我們無線傳輸應用的標準。另一方面，有個從 Home RF 協會中分離出來的組織 ZigBee 針對 IEEE 802.15.4 做了更詳盡的補充及改善，而我們將以它所制定的規格為主軸再配合 IEEE 802.15.4 以致力於硬體的實現。為 ZigBee 與 IEEE 802.15.4 所制定的範圍，由此可看出 ZigBee 欲制定的範圍除了 IEEE 802.15.4 之外還包括了資料鏈結層 (data link layer, DLL)、網路層 (network layer) 以及應用層之介面 (application layer)。因此離開 IEEE 802.15.4 的領域—實體層 (PHY layer) 以及部分媒體擷取控制層 (MAC layer)—之後，我們便需遵循著由 ZigBee 所規範的行為。

而智慧型無線節點其主要的體積都來自於控制開關的電子元件及大電流所需之較粗的電線，上面搭載感測元件用以提供事件觸發型自動控制的需求，而主要開關則用以控制此節點是否該運作。值得注意的是節點本身因為可以就近獲得插座上的電源，所以不需要電力儲存裝置，如電池，也因此節點本身省電的能力較不重要。

## 報告內容：

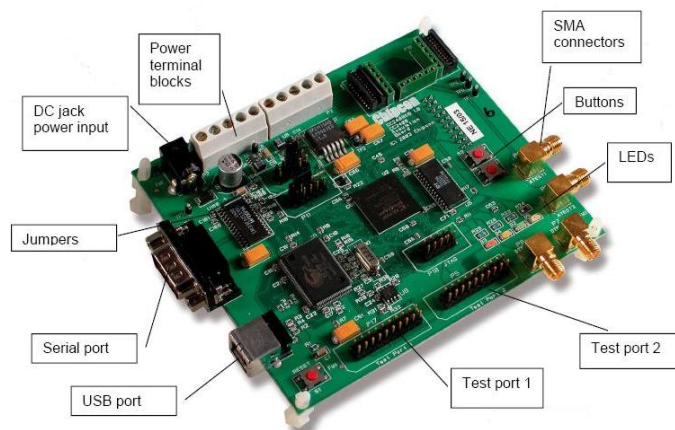
### III. 研究方法：

吾人於計劃執行前期尚未實現硬體之前，先採用由瑞典 Chipcon 公司所販售之 CC2430 開發平台 CC2430 DK (如圖一所示) 進程式碼的開發，CC2430 DK 乃為一 SoC，其結合 8051 微處理器(MCU)以及無線送發功能。此開發平台可讓使用者將撰寫完成之程式碼載入至 MCU 中進行運算及執行，兩塊開發平台間的無線傳輸便可透過程式碼而標準化。標準化是為了依照 IEEE 802.15.4 通訊協定來制定平台間的運作方式，目的是為了未來能與其他數位家電互相通訊。

開發程式的過程中，需要除錯及驗證各程序或是所傳送的封包內容是否符合吾人的要求，因此需要一個輔助的設備監視著空氣中的訊號並且能夠解釋所接收到之封包內容。除了使用 Chipcon 公司的 CC2430 DK 開發平台外，吾人另外使用一組名為 CC2420 DK (如圖二所示) 的測試平台。CC2420 DK 測試平台可以接收空氣中的訊號，並且解釋 IEEE 802.15.4 標準之封包格式。透過此儀器，吾人於開發階段，可判斷所撰寫之程式是否可正確的傳送出封包以及兩平台間資料交換的程序是否滿足標準。



圖一、CC2430 DK



圖二、CC2420 DK

## 報告內容：

### III. 研究方法：(續)

因 Chipcon 公司在生產 CC2430 開發平台的延遲，造成在進度上的不完整，因其合作廠商需要，我們直接使用去年自行研發之隨身精靈裝置加以改裝，使其能夠取代 CC2430DK 成為本計劃所需之硬體裝置，自行設計之開發平台省略了許多用不到的接腳及元件已達省電效果。並且在這些硬體裝置上加入自行研製之 IEEE 802.15.4 標準協定與上層資源監控之演算法，來達到本計劃之目標。

### IV. 結果與討論：

將近九個月的開發研製後，我們成功地將硬體以及通訊協定開發完成，IEEE 802.15.4 通訊協定中大多數溝通流程已經完成並通過測試並且改進了去年不完整的部份，而第一代硬體平台亦製作且測試完成。圖三為第一代的資源監控節點平台。平台上除了有原本的短距離無線傳輸模組外，更新增了一直流交流轉換電路，因此使用者便可依需要，利用此無線傳輸模組來控制圖中的插座是否有交流電通過。另一方面，此插座的狀態也會透由此無線傳輸模組告知使用者，以達資源監控之效果。

對廠商而言，裝置的體積、產品成本以及省電能力為最主要之考量。廠商在目前正進行微處理器與收發器整合晶片 CC2430 實驗平台的製作，以縮小裝置面積以及節省成本。原本效率較差之平面天線電路則會改以天線晶片來提升效能。



圖三、第一代資源監控節點裝置

# 可供推廣之研發成果資料表

☐ 可申請專利

☒ 可技術移轉

日期：95 年 5 月 4 日

<b>國科會補助計畫</b>	計畫名稱： 提升產業技術及人才培育研究計畫智慧型無線網路資源監控系統之研製 計畫主持人： 許獻聰 計畫編號： NSC94-2622-E-032-004-CC3 學門領域：電機、電信
<b>技術/創作名稱</b>	智慧型無線網路資源監控系統之研製
<b>發明人/創作人</b>	許獻聰、施雲嚴、陳陸威
<b>技術說明</b>	中文：本計劃結合微處理器與無線收發器以研製出 S-WIN 中的主控端與智慧節點。為了能符合低功率短距離的無線傳輸特性，除了採用 CC2430 本深的無先收發模組，另外研製符合 IEEE 802.15.4 標準無線通訊協定作為各裝置間溝通的方式依據。因此本計劃包含了硬體製作與軟體開發，以提供一個適用於低功率短距離無線傳輸環境的開發平台。
	英文：This project attempts implementation the master devices and smart nodes of S-WIN by integrating SoC CC2430. For satisfying the characteristic of low-power and short distance, we also implement IEEE 802.15.4 wireless protocol on the devices. Consequently, this project includes hardware implementation and software design to provide a development platform.
<b>可利用之產業及可開發之產品</b>	可利用於數位家電、防盜安全、玩具自控等產業。本計劃是針對隨身精靈此產品進行開發，但未來仍可應用至上述產業之各項產品上
<b>技術特點</b>	符合標準無線通訊協定 IEEE 802.15.4 之通訊技術，除了整合中央處理器以及無線收發器的技術外，亦開發了可依照標準通訊協定運作的程式碼。
<b>推廣及運用的價值</b>	由於數位家電的發展，各家電彼此之間的溝通及資料交換在可見的未來內乃勢在必行，因此本技術提供一個適用於短距離低耗電的家電環境，亦可推廣至防盜安全或未來的玩具市場中。

※ 1.每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。

※ 2.本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

※ 3.本表若不敷使用，請自行影印使用。